

“Garantia da Qualidade no Ciclo de Desenvolvimento de Placas Eletrônicas”

Palestrante:

Engº. Raul Wuo – Consultor

Proposta

- ✓ Apresentar a visão sistêmica de “Garantir Qualidade” ao longo do ciclo de desenvolvimento e produção de placas eletrônicas (do projeto, passando pelo protótipo, produção e testes) destacando conceitos, boas práticas e ferramentas em cada fase do ciclo (ferramentas preventivas e de controle de processos).
- ✓ Considerações sobre os impactos da qualidade assegurada sobre o sucesso do produto no mercado

Tópicos

- ✓ **Ciclo de desenvolvimento e produção de placas eletrônicas**
- ✓ **Conceitos, boas práticas e ferramentas em cada fase do ciclo (preventivas e de controle dos processos)**
- ✓ **Impactos da qualidade assegurada sobre o sucesso do produto**
- ✓ **“Garantir Qualidade” visão sistêmica**

Por que há desenvolvimento de novos produtos ?

Para assegurar ou ampliar
vantagem competitiva
da empresa.

O que é vantagem competitiva?
Qual o ambiente de competição?

Onde a empresa está inserida

AMBIENTES

- ✓ Macro: Social, Político, Econômico e Tecnológico
- ✓ Próximo: Clientes, Fornecedores, Competidores Estabelecidos, Novos Entrantes, Produtos Substitutos, Provedores de Capital
- ✓ Interno: Proprietários, Dirigentes e Líderes, Áreas Funcionais, Recursos Humanos, Recursos Físicos, Recursos Tecnológicos

Ambiente geral e seus fatores



Ambiente competitivo



Ambiente dinâmico

- ✓ Competitividade: produtos que geram mais valores
 - ❖ mais ou melhores características pelo mesmo preço
 - ❖ mesmas características por preço menor
 - ❖ lucratividade
- ✓ A vantagem reside no "novo"
 - ❖ Fatores intrínsecos >> tecnologia
 - ❖ Fatores de mercado

O ambiente interno



Atividades da empresa: cadeia de valor



Ambiente de Desenvolvimento

- ✓ **Inovação**
- ✓ **Agregação de Valor**
 - ❖ **Cliente**
 - ❖ **Acionista**
 - ❖ **Sociedade**
- ✓ **Alinhamento**
 - ❖ **Estratégia de Marketing**
 - ❖ **Estratégia de Desenvolvimento**
 - ❖ **Estratégia de Manufatura**

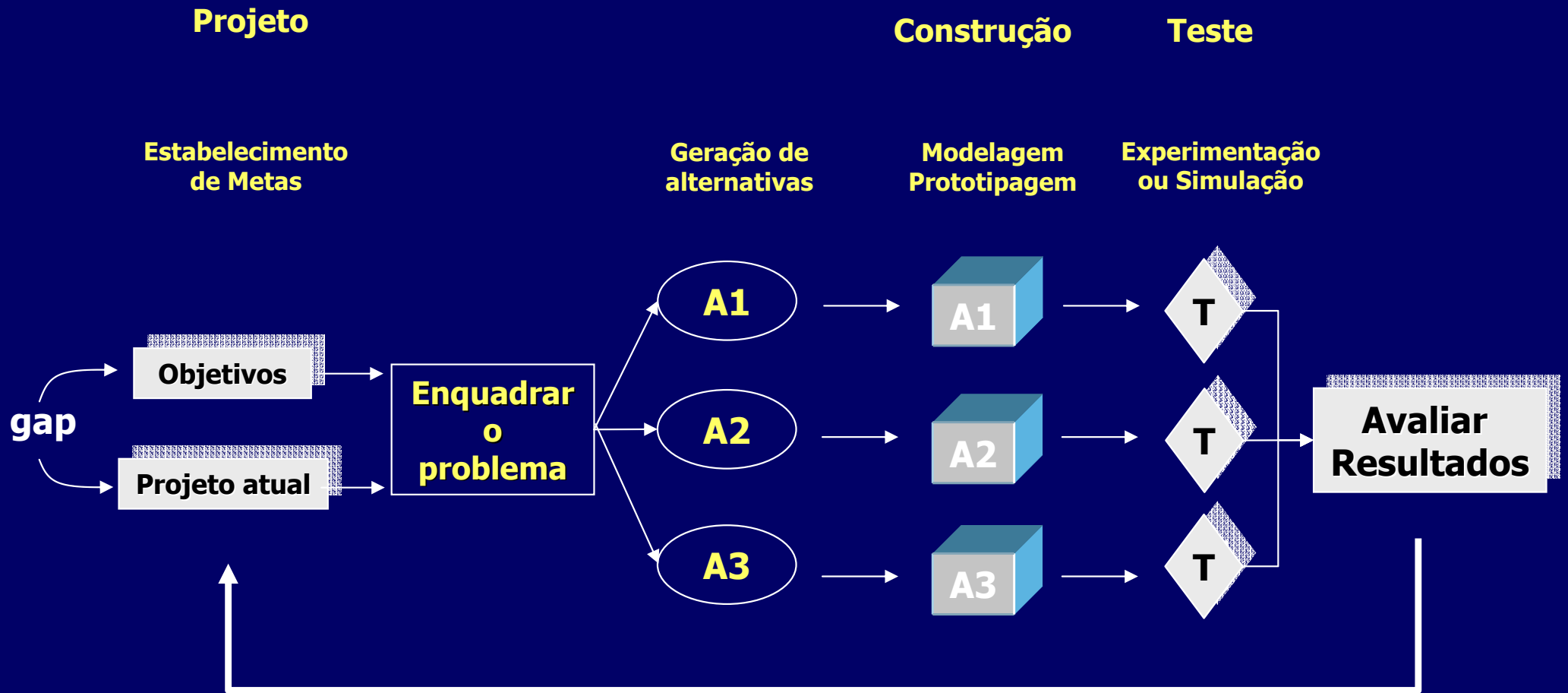


**Produtos e
Processos**

Essência do desenvolvimento

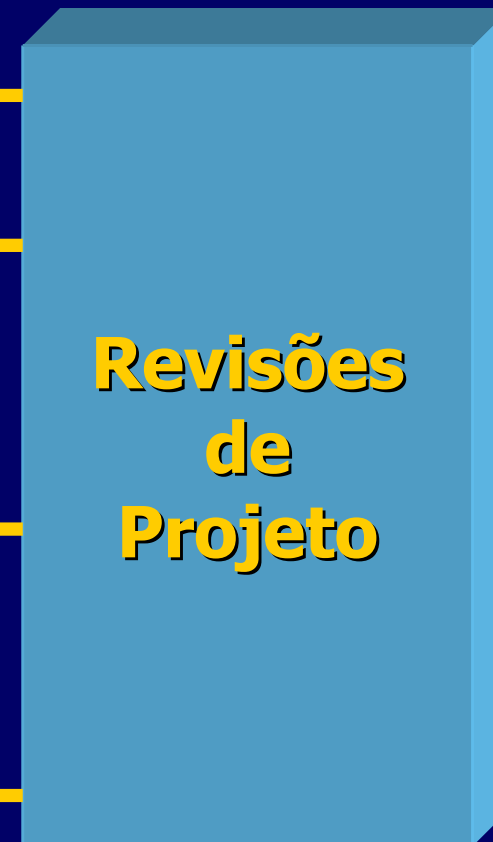
- ✓ Desenvolver um produto ou processo é implementar **solução que satisfaça o conjunto dos requisitos** demandados pelos atores do ambiente
 - ❖ Que produzam valor ao cliente e ao acionista
 - ❖ Que assegurem vantagem para a empresa frente à competição
- ✓ **Requisitos = Qualidades desejadas**

Ciclo de desenvolvimento



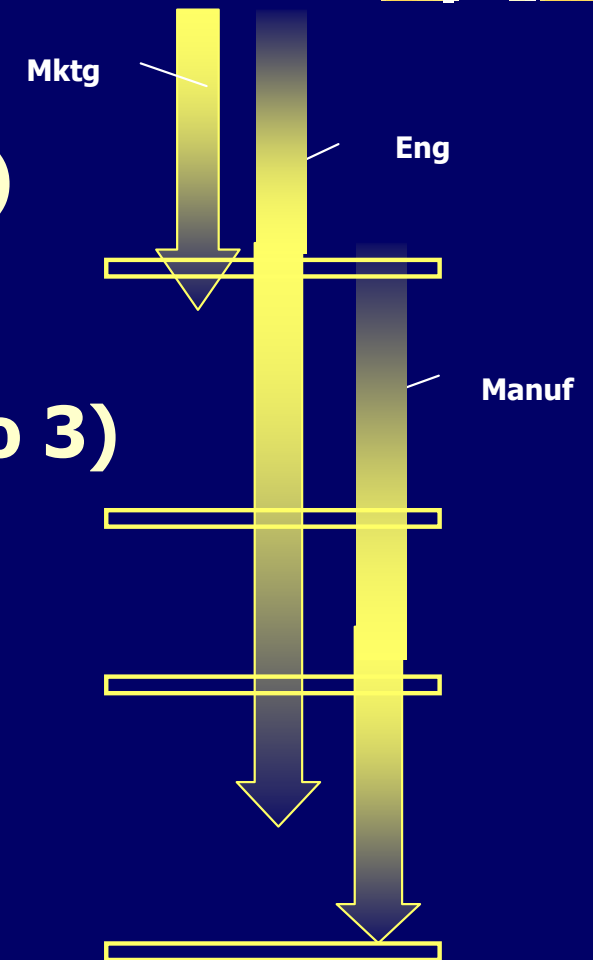
Etapas clássicas de desenvolvimento

- ✓ Estabelecer Requisitos
- ✓ Projeto Conceitual
- ✓ Projeto Executivo
- ✓ Prototipagem
- ✓ Testes e Ensaios
- ✓ Piloto
- ✓ Liberação



Processo real de uma empresa de eletrônica

1. Análise detalhada de requisitos
2. Estudo de viabilidade (Estágio 1)
3. Revisão Inicial - IDR
4. Estudo de Bancada (Estágio)
5. Protótipo de Engenharia (Estágio 3)
6. Revisão Preliminar - PDR
7. Protótipo Industrial (Estágio 4)
8. Revisão Crítica - CDR
9. Produção Piloto (Estágio 5)
10. Lançamento
11. Revisão Pós Lançamento



Garantir qualidade significa atender requisitos adequados

✓ Quais Requisitos?

- ❖ Provenientes do Mercado: Clientes, Usuários, Competidores, Marketing, Reguladores
- ❖ Provenientes das Tecnologias: oportunidades ou limitações
- ❖ Provenientes das Áreas Funcionais: especialistas
- ❖ Provenientes dos Proprietários ou seus representantes

✓ O que, quanto, quando, quem, onde ?

✓ **Atenção:** requisitos podem estar

- ❖ **Expostos** = especificações
- ❖ **Implícitos** = expectativas

Parâmetros Essenciais do Projeto

✓ Características do Produto:

1. Desempenho operacional



2. Manufaturabilidade > Produtibilidade

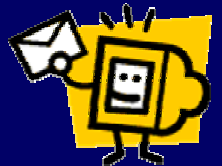
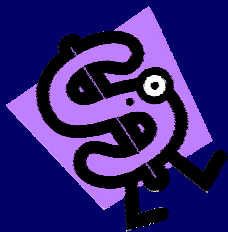


3. Servicibilidade



Sempre com equilíbrio em relação a

4. Custo



Desempenho Funcional: realizar as funções de forma estável

✓ Abrangência

☞ Partes (componentes):

- data sheet e "origem"

☞ Equipamento

☞ Sistema

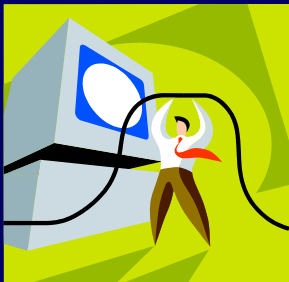
❖ Condições operacionais

☞ Ambiente de utilização:

- fatores físicos e humanos

☞ Fatores de stress

- Temperatura
- Vibração
- Umidade
- Ruído (Interferências e Susceptibilidades)
- Poeira, Oxidação, Ação Química



Razão de ser da equipe de projeto de produto

As competências costumam estar concentradas nesse ponto

Realizar a função é a mais crítica das atividades, mas nem sempre a mais difícil

O desafio está no termo "estável"

Via de regra a visão do projetista é focada no seu ambiente de engenharia, no seu entendimento de condições

Produtibilidade: busca do equilíbrio entre processos e objetivos do projeto

✓ Todo processo tem limitações

❖ Quais são?

👉 A quem interessa saber

- Projetistas do produto: podem cometer barbaridades
- Especialistas de processo devem orientar e acompanhar

❖ Conviver com esses limites?

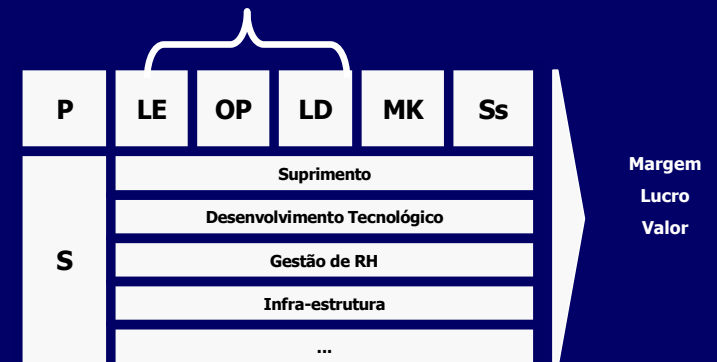
👉 Uma decisão que se baseia em **valor**, não em opinião

❖ Que processos devem ser focalizados?

👉 Lembrar da cadeia de valor da empresa

Foco da análise

Fornecedores
Manufatura
Movimentação
Distribuição



Um critério chave: custo total

(lembrar do ciclo de vida)

Servicibilidade: preparação para superação dos problemas em campo

Requisito Operacional: **Disponibilidade**

Espera-se que o produto esteja pronto para uso, mas se falhar, deve ser rápido e econômico o retorno à operação

Características do Produto

Manutenibilidade
Reparabilidade
Testabilidade

Níveis de reparabilidade: consistentes com requisitos de mercado, tecnológicos e estratégia dos negócios

Sobressalentes: em função do nível de reparabilidade, itens, quantidade, tempos de ciclo

Testabilidade: para a produção, instalação e para a manutenção,

Ciclo de reparo: detecção, isolamento, remoção, correção / substituição, teste e retorno à operação

Características do Processo

Estrutura dos Serviços
Formação e informação

Níveis de Atendimento e Suporte: call center, assistências técnicas, estruturas de suporte, fábrica e engenharia

Meios para reparação: equipamentos, partes e peças, métodos

Manuais: informações para clientes, instaladores, usuários e

Treinamento: de clientes e usuários, de equipes de suporte nos vários níveis

Confiabilidade: link entre aspecto funcional e serviço

✓ Projeto:

- ☞ Cumprir função com mínimo de componentes
- ☞ Modos de falha e redundância
- ☞ Deratings e área segura de operação
- ☞ Métodos de cálculo e avaliação

✓ Partes:

- ☞ Níveis de qualidade, taxas de falha
- ☞ Origem do fornecimento

✓ Processo: regra da produção eletrônica

❖ Façamos bons contatos

- Mecânicos, elétricos e térmicos

Search for RAC = Reliability Analysis Center, centro de estudos da NASA.

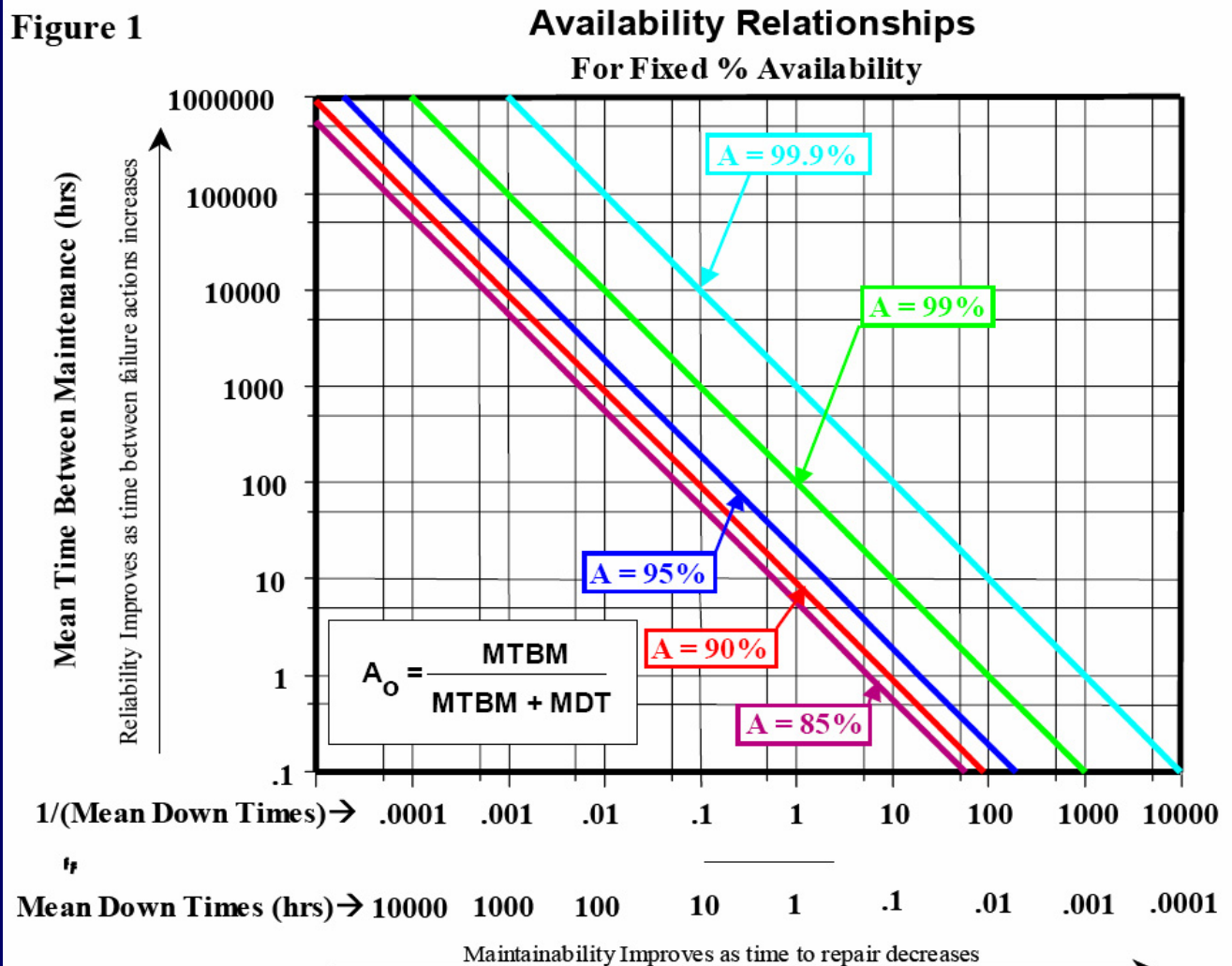
Nos sites você acessará muitas informações úteis sobre métodos e recomendações aplicáveis a produtos eletrônicos e outros.

Disponibilidade operacional

Disponibilidade Intrínseca
 $A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$

Disponibilidade Operacional
 $A_o = \text{MTBM} / (\text{MTBM} + \text{MDT})$

Figure 1



Prototipagem

✓ Etapa importante e desejada

- ☞ Materialização de idéias e conceitos
- ☞ Demonstração, crítica e evolução dos conceitos
- ☞ Limitações: próprias vs impostas

✓ Protótipos de Engenharia

- ☞ Para que / quem ? Tipos ? Quantos ? Quando ?
- ☞ Ações simultâneas:
 - Formas e dimensões
 - Obtenção de funções
 - Produto e Processo
 - Realimentação

✓ Protótipo Industrial

- ☞ Para que / quem ? Tipos ? Quantos ? Quando ?
- ☞ Uso de partes finais: internas e adquiridas
- ☞ Uso de processos correntes e dos novos
- ☞ Verificações parciais: do produto e do processo
- ☞ Validações junto a clientes

**Velocidade é
fator motivador:
Prototipagem rápida**

**Interação e Integração de
equipes funcionais
Produto-Processo-Marketing**

**A visualização promove
insights, sugestões e soluções
impossíveis de serem obtidas
de outra forma**

**Além dos testes e verificações
internos os protótipos devem
ser avaliados por clientes
mesmo nas fases iniciais**

Experimentação e Simulação

✓ Verificações

- ☛ Partes, peças, equipamentos e sistemas
- ☛ individuais e por pares
- ☛ revisões programadas

✓ Qualificações

- ☛ Ensaio Funcionais
- ☛ Ensaio de Limites Operacionais
- ☛ Homologações: pré e formais

✓ Validações

- ☛ Com clientes e usuários

As simulações utilizando sistemas computacionais constituem uma ferramenta potente para a análise de circuitos: funções e robustez

Os conjuntos de partes precisam de avaliação física competente em termos do que verificar e como, limites e critérios de decisão.

As verificações de limites podem consumir recursos consideráveis. Com criatividade podem ser simuladas condições ambientais e de limites que reduzem os custos.

Atitude para assegurar bom processo: Proatividade

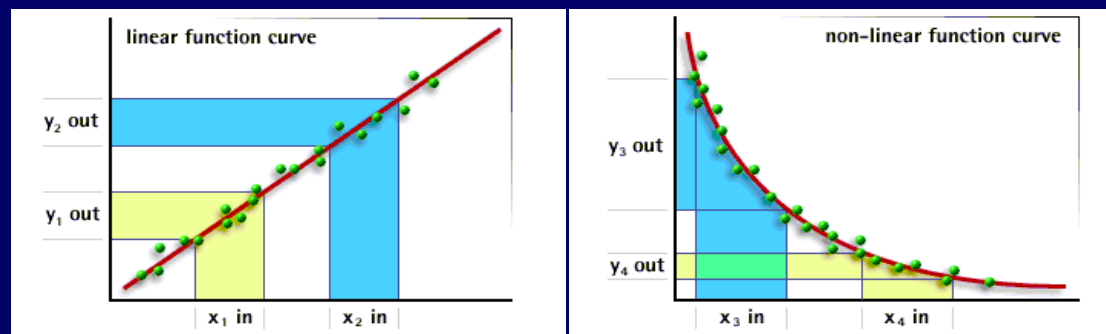
✓ Antecipação vs Pos factum

- ☞ **Compreender a natureza das entradas e variáveis críticas** dos processos e suas relações com a saída desejada vs levantamentos de falhas
- ☞ **Redução da variabilidade** vs variação corrente do processo passada para o produto

O conhecimento dos detalhes das tecnologias do processo produtivo é insubstituível

Indicadores são úteis e necessários para suportar a atitude proativa. Não para substituí-la

Um processo, com as melhores tecnologias e os melhores profissionais, precisa de melhorias dos tipos contínuas e radicais. A cada novo projeto ou, no dia a dia, há necessidade de buscar eliminar gargalos para novos produtos e maior produtividade.



Processo e lote piloto

- ✓ Sucesso de qualidade de um produto eletrônico bem concebido depende da capacidade do processo de montagem / soldagem dos componentes à placa
 - ❖ É processo especial
 - ❖ Retrabalhos elevam custo de produção e afetam componentes (riscos aumentam com as menores dimensões e maior integração)
- ✓ As variáveis são muitas e seu controle requer domínio e ações sobre várias tecnologias para obter repetibilidade
 - ❖ Interação com especialistas de processo é necessária para otimização de layout (partes críticas)
 - ❖ Análise e levantamento de limitações permite prover ajustes para estabilidade e eficiência do processo
 - ❖ Ajustes podem ser evitados e controles reduzidos na fase de projeto
 - ❖ Teste intermediários podem ser evitados
- ✓ Materiais:
 - ❖ Podem causar custos adicionais de produção. Boa origem reduz perdas e testes dispensáveis
 - ❖ Teste e inspeção não agregam valor: são perdas
- ✓ Integração de produto
 - ❖ Opção de linha flexível ou seriada
 - ❖ Diferentes habilidades dos operadores
- ✓ Testes: automação e produtividade
 - ❖ Testabilidade precisa ser equilibrada com recursos disponíveis ou projetados
 - ❖ Bom produto não pode ter muitas fases de testes
 - ❖ Burn-in é, quase sempre, a pior escolha

O lote piloto é o momento da consolidação do processo. Sua capacidade deve ser assegurada. Com as fases anteriores bem desenvolvidas é a volta final de um corredor preparado que vem à frente. Caso contrário, a última chance de não fazer vexame.

Ferramentas de suporte ao desenvolvimento

- ✓ Todas podem auxiliar a equipe a
 - ❖ Identificar
 - ☞ O que, por que, quando, quanto, onde, quem
 - ❖ Relacionar para decidir
 - ☞ Requisitos,
 - ☞ Parâmetros críticos de projeto,
 - ☞ Parâmetros críticos de processo,
 - ☞ Parâmetros de desempenho produto e processo
- ✓ Recomendação (para os que ainda não usam)
 - ❖ Fase de Requisitos
 - ☞ QFD
 - ❖ Desenvolvimento do Produto e Processo
 - ☞ DFM/A/P/T
 - ☞ FMEA ou Programa de confiabilidade
 - ❖ **Sala de Guerra**

São **apenas ferramentas**
Não resolvem o problema

É um **meio**. **Não** transformar num **fim**

Nada substitui a **competência**

Sua força está na **estruturação** do pensamento, na **visualização** dos requisitos e parâmetros, **oportunidades e limitações**

Permite a **interação e integração** das equipes e especialistas funcionais em torno do projeto

Impactos da qualidade assegurada sobre o sucesso do produto

✓ Caso 1: Quanto custa o retrabalho do produto no campo (recall) ?

❖ Tangíveis

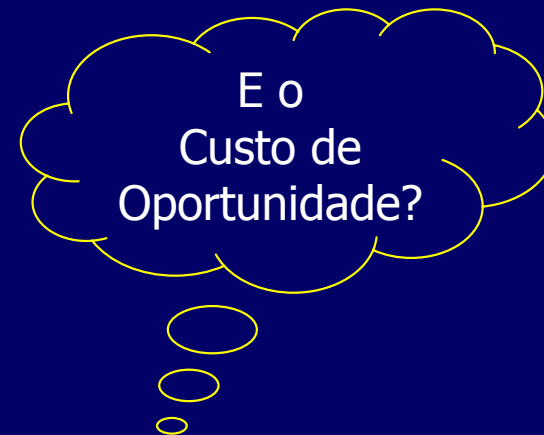
☞ Custos diretos

☞ Custos indiretos

❖ Intangíveis

☞ (In) Satisfação do Cliente

☞ (Des) Motivação das equipes



Impactos da qualidade assegurada sobre o sucesso do produto

- ✓ Caso 2: o ciclo completo de uma empresa nacional média
 - ❖ Situação inicial: falhas, atrasos, perdas
 - ❖ Novo projeto:
 - 🌱 Conceitos, atitudes e a organização
 - 🌱 Ciclo de projeto: integração e interação
 - Produto: qualidade, confiabilidade
 - Processo: novos padrões, eliminação de restrições
 - ❖ Resultados
 - 🌱 Um produto plataforma que gerou família
 - 🌱 Alavancou outros negócios

Focos de atenção para garantia da qualidade

- ✓ Requisitos
- ✓ Parâmetros de Projeto
- ✓ Parâmetros de Desempenho do Produto e do Processo
- ✓ Revisões do Projeto
- ✓ Resultado e atitudes com uso de ferramentas
- ✓ Testes e Ensaios: protótipos e processos
- ✓ Programa Industrial
- ✓ O programa Pós-venda
- ✓ Validação com clientes e usuários
- ✓ Comportamento do produto e do processo pós lançamento: visão cliente

- Todo desenvolvimento deve ser tratado como um projeto e, assim, gerido
- A organização – forma de integrar e gerir as competências e recursos – é um fator de sucesso ou desastre
- Como projeto, deve ter um planejamento – passos de gestão de projeto. Uma peça chave é o plano para garantia da qualidade.
- Deve abranger a verificação de representatividade dos requisitos e sua consecução ao longo do ciclo, através de provas de atendimento.
- Critérios e Indicadores devem ser definidos ao início. Essa é uma atitude proativa, que auxilia o conhecimento antecipado de problemas, riscos e limitações.

Garantir Qualidade

- ✓ Não se faz em ou com **um** departamento, técnica ou ferramenta
 - ❖ Não é uma disciplina concentrada, sua matéria está distribuída
- ✓ É um **produto** de funções em todo ciclo, por toda a empresa
 - ❖ $Q = F1 * F2 * F3 * F4 * \dots * Fn$
- ✓ Requer competência setorial / individual e, alinhamento estratégico / funcional